

SKRIPSI

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW VERTICAL HORIZONTAL DOWN HAND PADA PLATE BAJA JIS 3131SPHC DAN STAINLESS STEEL 201 DENGAN APLIKASI PENYANGGA PILES TRANSFER DI MESIN THERMOFORMING (STACKING UNIT)



Disusun Oleh :

Nama : M. RIZSALDY SUGESTIAN
NIM : 1511060

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2019**

SKRIPSI
ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW VERTICAL
HORIZONTAL DOWN HAND PADA PLATE BAJA JIS 3131 SPHC DAN
STAINLESS STEEL 201 DENGAN APLIKASI PENYANGGA PILES
TRANSFER DI MESIN THERMOFORMING (STACKING UNIT)

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) jurusan Teknik Mesin



DISUSUN OLEH:
M. RIZSALDY SUGESTIAN
1511060

MATERIAL TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2019

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW VERTICAL HORIZONTAL DOWN HAND PADA PLATE BAJA JIS 3131SPHC DAN STAINLESS STEEL 201 DENGAN APLIKASI PENYANGGA PILES TRANSFER DI MESIN THERMOFORMING (STACKING UNIT)



DISUSUN OLEH :

Nama : M RIZSALDY SUGESTIAN
Nim : 1511060
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri (FTI)
Bidang Ilmu : Material Teknik

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1



Sibut, ST., MT.

NIP.Y.1030300379

Diperiksa / disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. Teguh Rahardjo, MT.

NIP. 199570601 199202 1001



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Mochamad Rizsaldy Sugestian
Nim : 15.11.060
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin
Program Studi : Strata Satu (S-1)
Judul Skripsi : **Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW Vertical Horizontal Down Hand pada Plate Baja Jis 3131 SPHC dan Penelitian Stainless Steel 201 pada Aplikasi Penyangga Piles Pransfer di Mesin Thermoforming (Stacking Unit)**

Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada:

Hari / Tanggal : Sabtu, 27 Juli 2019

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 84,75 (A)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Sibut, ST, MT

NIP. Y. 1030300379

Sekretaris

Ir. Teguh Raharjo, MT

NIP 19570601199202001

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Wayan Sujana, MT

NIP 1958123119890310112

Penguji II

Ir. Mochtar Asroni, MSME

NIP. Y. 1018100036



PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. RIZSALDY SUGESTIAN

NIM : 1511060

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Malang.

Menyatakan

Bahwa Skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya sendiri dan bukan hasil dari karya orang,
kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian Surat Pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 27 Juli 2019



M. Rizsaldy Sugestian

NIM. 1511060

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : M. Rizsaldy Sugestian

NIM : 1511060

Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1 / Proses Produksi

Judul Skripsi : **Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW Vertical Horizontal Down Hand pada Plate Baja Jis 3131 SPHC dan Penelitian Stainless Steel 201 pada Aplikasi Penyangga Piles Pransfer di Mesin Thermoforming (Stacking Unit)**

Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT.

No	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	Pengajuan Judul Skripsi	11 April 2019	T
2	Konsultasi Bab I & II	14 Mei 2019	T
3	Konsultasi Bab III	14 Mei 2019	T
4	Konsultasi Bab IV	3 Juli 2019	T
5	Konsultasi Bab V	3 Juli 2019	T
6	Makalah Seminar	17 Juli 2019	T
7	Acc Laporan Skripsi	27 Juli 2019	T

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP. 199570601 199202 1001

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M. Rizsaldy Sugestian
NIM : 1511060
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1 / Material Teknik
Judul Skripsi : **Analisa Kekuatan Sambungan Las SMAW Vertical Horizontal Down Hand pada Plate Baja Jis 3131 SPHC dan Penelitian Stainless Steel 201 pada Aplikasi Penyangga Piles Transfer di Mesin Thermoforming (Stacking Unit)**
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT.
Tanggal Mengajukan Skripsi : 11 April 2019
Tanggal menyelesaikan Skripsi : 27 Juli 2019
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT.
Nilai Dievaluasi Dengan Nilai : 90

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP. 199570601 199202 1001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun dalam rangka untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung penulisan skripsi ini tidak akan berhasil, maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., selaku Rektor ITN Malang
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Bapak Sibut, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang
4. Bapak Ir. Teguh Rahardjo, MT., selaku dosen pembimbing yang tak henti-hentinya memberikan arahan, dukungan, serta motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang, atas semua ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Bapak dan Ibu tercinta, serta keluarga yang senantiasa mendukung penulis lewat doa, perhatian dan kasih sayang dan seluruh teman-teman mahasiswa Teknik Mesin S-1 ITN Malang yang memberikan dukungan serta masukan untuk menyelesaikan proposal ini.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu Penulis sangat berharap mendapat kritik dan saran untuk bisa menyempurnakan Skripsi ini.

Malang, 27 Juli 2019



Penulis

**ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW VERTICAL
HORIZONTAL DOWN HAND PADA PLATE BAJA JIS 3131SPHC DAN STAINLESS
STEEL 201 DENGAN APLIKASI PENYANGGA PILES TRANSFER DI MESIN
THERMOFORMING (STACKING UNIT)**

M. Rizsaldy Sugestian

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo km 2, Malang 65145

Email: sugestianrizsaldy@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) terhadap sifat mekanis pada sambungan las baja JIS G 3131 SPHC dengan AISI SS 201. Penelitian ini menggunakan baja karbon rendah JIS G 3131 SPHC yang disambungkan dengan baja tahan karat AISI SS 201, dan menggunakan elektroda stainless steel NSN - 308 AWS A5.4 E308. Variasi 1g Vertical, 2G Horizontal, 3G Down Hand. Setelah proses pengelasan, dilanjutkan pembuatan 15 spesimen uji tarik dengan standar JIS Z 2201 1981, 15 spesimen untuk pengujian kekerasan, dan 3 spesimen untuk pengujian struktur mikro. Setelah itu dilakukan proses pengelasan, dari kekuatan tarik hasil las dengan perlakuan proses pengelasan pada semua variasi posisi pengelasan pada baja yang lebih rendah yaitu dari material JIS G 3131 SPHC dan lebih besar dari material AISI SS 201. Nilai kekuatan tarik optimal pada spesimen 1G Vertical dengan nilai tensile strenght 34,126 Kgf/mm². Setelah dilakukannya pengamatan struktur mikro pada spesimen. Diketahui hasil fasa perlite pada daerah las (1G Vertical 60,6%, 2G Horizontal 39,3%, dan 3G Down Hand 58,6%), struktur mikro ferit pada daerah las (1G Vertical 40,9%, 2G Horizontal 62,6% dan 3G Down Hand 43,3%).

Kata kunci : arus listrik, las SMAW, JIS G 3131 SPHC, AISI SS 201, sifat mekanis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GRAFIK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II Landasan Teori	
2.1 Standarisasi Bahan	7
2.2 Baja	8
2.3 Baja JIS G 3131 SPHC	9
2.4 Kandungan Baja AISI SS 201.....	10
2.5 Definisi Pengelasan.....	12
2.6 Teori Pengelasan.....	13

2.7 Siklus Termal Daerah Las.....	14
2.7.1 Pembekuan Dan Struktur Logam Las	17
2.7.2 Struktur Mikro Daerah Pengaruh Panas (HAZ)	18
2.7.3 Ketangguhan Dan Penggetasan Pada Daerah HAZ	20
2.7.4 Ketangguhan Logam Las	28
2.8 Retak Pada Daerah Las	31
2.8.1 Jenis Retak Las	31
2.8.2 Penyebab Retak Las Dan Cara Menanggulangi.....	33
2.9 Pengelasan beda logam	44
2.10 Jenis Elektroda	44
2.11 Elektroda Stainless Steel NSN-308 AWS A5.4 E308	48
2.12 Penyangga Piles Transfer	48
2.13 Macam-macam Variasi Pengelasan	50
2.13.1 Posisi Pengelasan	52
2.14 Pengujian Tarik.....	54
2.14.1 Tegangan Dan Regangan Pada Baja	55
2.14.2 Kurva Tegangan Dan Regangan	56
2.15 Pengujian Kekerasan	58
2.16 Pengujian Mikro – Makro.....	63

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Penelitian	64
3.2 Bahan Yang Digunakan.....	65
3.3 Alat Yang Digunakan	66
3.4 Cara Pembuatan Spesimen	67
3.5 Dasar Pemilihan Spesimen	68
3.6 Waktu Dan Tempat Pengujian.....	71
3.7 Prosedur Penelitian	71
3.8 Pelaksanaan Pengujian.....	73
3.8.1 Pelaksanaan Pengujian	73
3.8.2 Hasil Pengujian.....	75
3.9 Jadwal Kegiatan.....	76

BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA

4.1 Data Hasil Uji Tarik.....	77
4.1.1 Data Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan	77
4.1.2 Analisa hasil pengujian Kekuatan Tarik	79
4.2 Pengolahan data Hasil Pengujian Kekerasan	80
4.2.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan	80
4.2.2 Analisa dan pembahasan hasil pengujian kekerasan	82
4.3 Pengolahan Data Pengamatan Struktur Mikro	84
4.3.1 Perhitungan Hasil Pengujian Struktur Mikro	84
4.3.2 Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro	88
4.3.3 Analisa Dan Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro	90

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92

DAFTAR PUSTAKA..... 93

LAMPIRAN..... 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan	15
Gambar 2.2 Siklus Thermal Las Pada Beberapa Jarak Dari Batas Las	16
Gambar 2.3 Arah Pembekuan Dari Logam Las.....	18
Gambar 2.4 Diagram CCT Pada Pengelasan Baja Kekuatan BJ55	19
Gambar 2.5 Hubungan Antara Waktu Pendingin Dengan Kerasan Dan Struktur	21
Gambar 2.6 Skema Struktur Mikro Daerah HAZ.....	23
Gambar 2.7 Perubahan Temperatur Transisi Pada Lasan	24
Gambar 2.8 Pendinginan, Struktur Mikro dan Kekuatan Tumbuk pada Daerah HAZ.....	24
Gambar 2.9 Diagram CCT untuk Baja BJ60 (a) dan BJ80 (b)	26
Gambar 2.10 Pengaruh Masukan Panas Pada Sifat Tumbuk.....	27
Gambar 2.11 Hubungan Antara Sifat Tumbuk dan Kadar O ₂ Dalam Logam Lasan.....	30
Gambar 2.12 Retak Dingin	31
Gambar 2.13 Retak Panas	32
Gambar 2.14 Skema Retak Bebas Tegang.....	32
Gambar 2.15 Kelarutan Hidrogen Dalam Besi Pada Tekanan 1 atm	34
Gambar 2.16 Pengaruh Udara Terhadap Kadar Hidrogen Difusi Dalam Logam Lasan	35
Gambar 2.17 Penyerapan Uap Oleh Elektroda Terbungkus	35
Gambar 2.18 Retak Lamel Yang Dimulai Dari Retak Akar	38
Gambar 2.19 Pengaruh Kadar Belerang Pada Kepakaan Retak Lamel	38
Gambar 2.20 Hubungan Antara Retak Lamel dan Kepekaan P _L	39
Gambar 2.21 Hubungan Antara Kepekaan P _L dan Tegangan Kritik Pada Arah tebal.....	39
Gambar 2.22 Skema Dari Retak Lintang.....	40

Gambar 2.23 Retak Bebas, Temperatur Waktu Pemanasan Pengujian Lengkung U	41
Gambar 2.24 Retak Bebas Tegang, Pengujian Celah Y Dari Baja BJ 80.....	44
Gambar 2.25 Diagram Schaeffler	43
Gambar 2.26 Komponen piles transfer	50
Gambar 2.27 Posisi pengelasan mendatar	51
Gambar 2.28 Posisi pengelasan tegak.....	51
Gambar 2.29 Posisi pengelasan di bawah tangan	52
Gambar 2.30 Ukuran Batang Uji Tarik Menurut AWS	56
Gambar 2.31 Kurva Tegang-Regang Teknik.....	57
Gambar 2.32 Batas Elastik Dan Tegangan Luluh 0,2%	57
Gambar 2.33 Alat Uji Kekerasan Rockwell	58
Gambar 2.34 Cara Kerja Mesin Rockwell.....	59
Gambar 2.35 Identor type Ball dan Diamond.....	61
Gambar 3.1 Diagram Alir	64
Gambar 3.2 Bentuk Kampuh	67
Gambar 3.3 Variasi posisi pengelasan Yang Digunakan.....	68
Gambar 3.4 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	69
Gambar 3.5 Spesimen Uji Kekerasan	69
Gambar 3.6 Bahan Uji Tarik dan Kekerasan Tiap Variasi	72
Gambar 3.7 Bahan Uji Struktur Mikro	73
Gambar 3.8 Rockweel Hardness Tester.....	74
Gambar 3.9 Hasil Uji Tarik	75
Gambar 4.1 Grafik Kekuatan tarik pada Las SMAW Terhadap Nilai Tensile Strength	78

Gambar 4.2 Grafik Hubungan Variasi Posisi Pengelasan Dengan Nilai Kekerasan	82
Gambar 4.3 Hasil Pengamatan Struktur Mikro.....	89
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Variasi posisi pengelasan Dengan Perlite Dan Ferit.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia Baja JIS G 3131 SPHC, Pelat Hitam	10
Tabel 2.2 Komposisi AISI SS 201 dengan % berat setiap unsur.....	11
Tabel 2.3 Kekuatan Mekanik.....	11
Tabel 2.4 Komposisi Baja AISI SS 201.....	11
Tabel 2.5 Perkiraan Waktu Pendinginan Pada Beberapa Cara Las Busur.....	16
Tabel 2.6 Suhu Transisi Dan Kriteria Patahan.....	23
Tabel 2.7 Komposisi elektroda	50
Tabel 2.8 Klasifikasi Indentor pada Uji Kekerasan Rockwell.....	64
Tabel 3.1 Ukuran Spesimen Uji Tarik	69
Tabel 3.2 Ukuran Spesimen Uji Kekerasan.....	70
Tabel 3.3 Ukuran Spesimen Uji Mikro.....	70
Tabel 4.1 Data Hasil Uji Tarik.....	77
Tabel 4.2 Rata-rata uji tarik	78
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekerasan Pada Baja SPHC	80
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan Pada Stainless Steel 201	81
Tabel 4.5 Rata-rata Hasil Uji Kekerasan	81
Tabel 4.6 Rata-Rata Hasil Pengamatan Struktur Mikro	89